

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-224158
 (43)Date of publication of application : 17.08.2001

(51)Int.Cl.

H02K 33/16

(21)Application number : 2000-030849

(71)Applicant : TWINBIRD CORP

(22)Date of filing : 08.02.2000

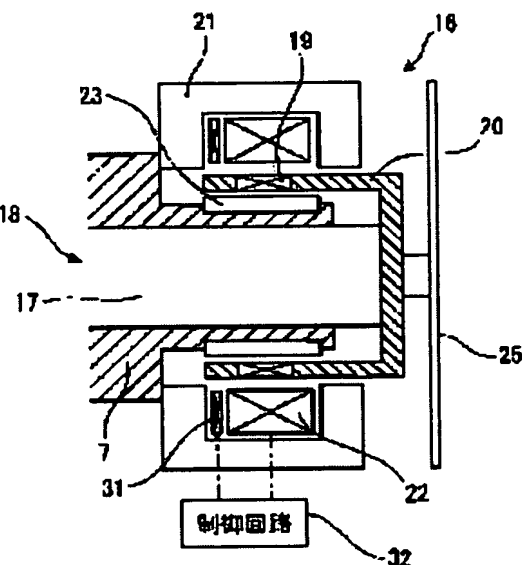
(72)Inventor : MAEZAWA KAZUO

(54) ELECTROMAGNETIC RECIPROCAL DRIVE MECHANISM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a low-price electromagnetic reciprocal drive mechanism assuring a higher drive efficiency.

SOLUTION: This drive mechanism comprises a permanent magnet 19 held by a holding body 20 provided to a reciprocal member 18, laminated cores 21, 23, an electromagnetic coil 22 for energizing the laminated core 21 and a plate spring 25 coupled by the holding body 20. The timing for switching the moving direction of the reciprocal member 18 is detected by a detection coil 31. The power fed to the electromagnetic coil 22 is controlled to generate the magnetic field for accelerating the reciprocal movement in this timing or with a slight delay in phase.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-224158

(P2001-224158A)

(43) 公開日 平成13年 8月17日 (2001.8.17)

(51) Int.Cl.⁷

H 0 2 K 33/16

識別記号

F I

H 0 2 K 33/16

ターミナル* (参考)

A 5 H 6 3 3

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2000-30849(P2000-30849)

(22) 出願日 平成12年 2月 8日 (2000.2.8)

(71) 出願人 000109325

ツインバード工業株式会社

新潟県西蒲原郡吉田町大字西太田字潟向

2084番地 2

(72) 発明者 前沢 一男

新潟県西蒲原郡吉田町大字西太田字潟向

2084番地 2 ツインバード工業株式会社内

(74) 代理人 100080089

弁理士 牛木 護

Fターム(参考) 5H633 BB08 BB10 GG02 GG04 GG09

GG15 GG22 GG23 GG24 JA02

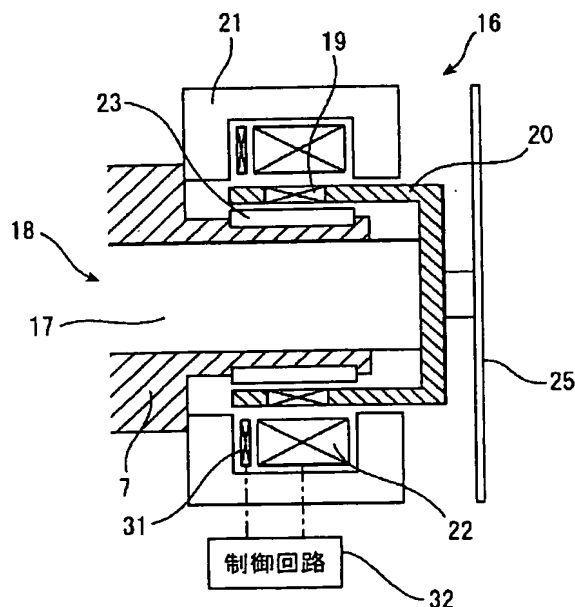
JA03 JB01 JB06

(54) 【発明の名称】 電磁往復駆動機構

(57) 【要約】

【課題】 安価で駆動効率が高い電磁往復駆動機構を提供する。

【解決手段】 往復部材18に設けられた保持体20に保持された永久磁石19と、積層コア21、23と、積層コア21を励磁する電磁コイル22と、保持体20に連結される板ばね25とを備える。往復部材18の運動方向が切り替わる時点を検出用コイル31により検出する。この時点で、又は僅かな位相遅れをもって、往復運動を助長する磁界を発生させるように電磁コイル22を通電制御する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 永久磁石を保持する保持体を有した往復部材と、前記永久磁石に近接して設けられる積層コアと、この積層コアを励磁する電磁コイルと、前記保持体に連結される弾性部材とで構成される電磁往復駆動機構において、

往復運動する往復部材の運動方向が切り替わる時点で、又は僅かな位相遅れをもって、往復運動を助長する磁界を発生させるように前記電磁コイルを通電制御する制御回路を設けたことを特徴とする電磁往復駆動機構。

【請求項2】 始動時にあって前記制御回路が、往復部材の位置に関係なく電磁コイルに通電し、前記弾性部材に抗して前記往復部材を往復駆動することを特徴とする請求項1記載の電磁往復駆動機構。

【請求項3】 前記永久磁石に近接して検出用コイルを設け、この検出用コイルを前記制御回路に接続したことを特徴とする請求項1又は2記載の電磁往復駆動機構。

【請求項4】 前記永久磁石に近接して磁気感知素子を設け、この磁気感知素子を前記制御回路に接続したことを特徴とする請求項1又は2記載の電磁往復駆動機構。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はスターリングサイクル冷凍機等に用いられ、永久磁石を取り付けた往復部材を交番磁界内で往復駆動させる電磁往復駆動機構に関するものである。

【0002】

【発明が解決しようとする課題】従来この種の電磁往復駆動機構は、永久磁石を保持する保持体を有した往復部材と、前記永久磁石に近接して設けられる積層コアと、この積層コアを励磁する電磁コイルと、前記保持体に連結される弾性部材とで構成されていた。そして、これらの電磁往復駆動機構の電磁コイルに印加する交番電流の周波数は水晶振動子等によって設定されるが、この周波数と往復部材の固有振動数とが一致していないと、効率よく往復運動させることができないため、電磁コイルに印加する交番電流の周波数に往復部材の固有振動数を合わせるように、弾性部材のばね定数を設定していた。

【0003】このため、例えば前記弾性部材を板ばねとした場合には、交番電流の周波数と往復部材の固有振動数を一致させようとした場合、前記板ばねを約1mmの厚さに対し $\pm 2\mu\text{m}$ の公差で作らねばならなかった。そして、このように高精度で加工したとしても、温度変化による膨張収縮やばね定数の経年変化などといった要因により、往復部材の固有振動数と電磁コイルに印加する交番電流の周波数を精密に一致させることは困難であり、そのため駆動効率が高くできないばかりでなく、部品の精密加工に伴い製造原価が高くなってしまいう問題があった。

【0004】本発明は以上の問題点を解決し、安価で駆

動効率が高い電磁往復駆動機構を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明の電磁往復駆動機構は、永久磁石を保持する保持体を有した往復部材と、前記永久磁石に近接して設けられる積層コアと、この積層コアを励磁する電磁コイルと、前記保持体に連結される弾性部材とで構成される電磁往復駆動機構において、往復運動する往復部材の運動方向が切り替わる時点で、又は僅かな位相遅れをもって、往復運動を助長する磁界を発生させるように前記電磁コイルを通電制御する制御回路を設けたものである。

【0006】本発明は以上のように構成することにより、往復部材の運動方向が切り替わる時点、又は運動方向が切り替わる時点から僅かな位相差を隔てた時点に、電磁コイルに往復運動を助長する磁界を発生させる電流を加える時点を一致させることで、往復部材の固有周波数と交番電流の周波数を一致させる。

【0007】また、本発明の電磁往復駆動機構は、請求項1において、始動時にあって前記制御回路が、往復部材の位置に関係なく電磁コイルに通電し、前記弾性部材に抗して前記往復部材を往復駆動するものである。

【0008】本発明は以上のように構成することにより、最初の通電によって往復部材が往復運動し、更に往復部材が往復運動の両端位置に達する時点が検出され、これらの検出された時点に基づいて、制御回路が電磁コイルを通電制御する。

【0009】また、本発明の電磁往復駆動機構は、請求項1又は2において、前記永久磁石に近接して検出用コイルを設け、この検出用コイルを前記制御回路に接続したものである。

【0010】本発明は以上のように構成することにより、検出用コイルに誘起される電圧を利用して前記往復部材の運動方向が切り替わる時点を検出し、この時点において前記電磁コイルに電流を加える。

【0011】更に、本発明の電磁往復駆動機構は、請求項1又は2において、前記永久磁石に近接して磁気感知素子を設け、この磁気感知素子を前記制御回路に接続したものである。

【0012】本発明は以上のように構成することにより、磁気感知素子からの信号を利用して前記往復部材の運動方向が切り替わる瞬間を検出し、この時点において前記電磁コイルに電流を加える。

【0013】

【発明の実施形態】以下、本発明の第1の実施形態について、図1から図3を参照しながら説明する。なお、本実施形態ではスターリングサイクル冷凍機を用いて説明するが、これ以外の機器に応用することも可能である。図1において、1はシリンドラ部2と胴部3とで構成される装置本体であり、これらシリンドラ部2及び胴部3は、

ステンレス鋼によって構成されている。そして、前記シリンダ部2は、基部4と中間部5と先端部6を有する。

【0014】前記シリンダ部2の内部には、前記胴部3内まで延びる内部シリンダ7が設けられ、この内部シリンダ7には、ディスプレイサ8が内部シリンダ7の軸方向に摺動可能に収容されている。また、内部シリンダ7の先端とシリンダ部2の先端6との間には膨張室Eが形成されており、隙間9によって内部シリンダ7の内外が連通されている。また、シリンダ部2の中間部5において内部シリンダ7の外周に再生器10が設けられており、シリンダ部2の基部4において内部シリンダ7の内外を連通する連通孔11が形成されている。更に、内部シリンダ7の先端外周には吸熱フィン12が設けられ、また、再生器10と連通孔11の間において、内部シリンダ7の外周に放熱フィン13が設けられている。そして、内部シリンダ7の内部先端から隙間9、吸熱フィン12、再生器10、放熱フィン13、連通孔11を通して内部シリンダ7内の圧縮室Cに至る経路が形成されている。

【0015】また、胴部3内には、電磁往復駆動機構16が設けられている。この電磁往復駆動機構16は、内部シリンダ7内に軸方向に摺動可能に収容されたピストン17などからなる往復部材18と、短筒状に配設された複数の板状の永久磁石19と、前記ピストン17に同軸に固定されると共に永久磁石19を保持する保持体たるスパイダー20と、胴部3内に固定され永久磁石19を筒状に囲んで位置する第1の積層コア21と、この第1の積層コア21を励磁する駆動用の電磁コイル22と、前記永久磁石19及びスパイダー20の内周側に位置して内部シリンダ7の外周面に取り付けられた第2の積層コア23とで構成されている。第1の積層コア21は、内部シリンダ7と保持部材24との間に挟み込まれて固定されている。さらに、25はピストン17乃至スパイダー20に中心部が連結された弾性部材たる渦巻き状の第1の板ばね、26はこの第1の板ばね25の外周部で連結された弾性部材たる渦巻き状の第2の板ばね、27はこの第2の板ばね26に中心部が連結され前記ディスプレイサ8の振幅を制御するロッドである。

【0016】また、前記電磁コイル22に同軸的に隣接して、この電磁コイル22よりも小さい検出手段としての検出用コイル31が設けられている。この検出用コイル31は、永久磁石19に近接して位置し、この永久磁石19を含む往復部材18の往復運動における位置を検出するものであり、電磁コイル22及び検出用コイル31が接続された制御回路32（図2に図示）は、往復運動する往復部材18の運動方向が切り替わる時点で、又は僅かな位相遅れをもって、往復運動を助長する磁界を発生させるように前記電磁コイル22を通電制御するようになっている。これと共に、制御回路32は、始動時には往復部材18の位置に関係なく電磁コイル22に通電し、板ばね25に抗して前記往復部材18を往復駆動するようになっている。

【0017】ここで、前記制御回路32の構成及び動作を

より詳しく説明する。図3（a）に示すように往復部材18と共に永久磁石19が往復運動すると、検出用コイル31に誘導電流が発生し、この検出用コイル31に図3（b）に示すような交流の電圧が発生する。往復部材18の運動方向が切り替わる時点は往復部材18が停止する時点（図3（a）のグラフの最大値及び最小値の時点T1、T2）であり、このとき検出用コイル31の電圧は0になる。したがって、この時点で、又は僅かな位相遅れをもって図3（c）に示すように駆動用の電磁コイル22に電力を供給すれば良い。その際、電磁コイル22による往復部材18の駆動の方向は、この往復部材18の往復運動を助長する方向である。例えば、往復部材18が右限位置に達した後ならば左方向へ駆動し、往復部材18が左限位置に達した後ならば右方向へ駆動する。このような制御を実現するには、例えば検出用コイル31の発生する電圧が減少しているのかあるいは増大しているのかと、検出用コイル31の発生する電圧が0になる時点とを検出すれば良い。

【0018】図4（a）は、検出用コイル31の発生する電圧が減少しているのかあるいは増大しているのかを検出する回路の一例を示している。検出用コイル31と定電圧源33と抵抗34、35とにより直列の開回路が形成されており、抵抗34、35間の電圧V1がA/D変換器36を介してマイクロコンピュータ37に入力される。往復部材18が往復運動するとき、前述のように検出用コイル31に発生する電圧によって、前記電圧V1は、図4（b）に示すように、定電圧源33による電圧V0を中心に変動する。マイクロコンピュータ37は、例えば数μ秒～数10μ秒前の電圧と現在の電圧とを比較することにより電圧V1が増加しているのか減少しているのかを判別する。

【0019】また、図5（a）は、検出用コイル31の発生する電圧が0になる時点を検出する回路の一例を示している。検出用コイル31の電圧出力41に対して全波整流用のダイオードブリッジ42を接続し、このダイオードブリッジ42の出力側に抵抗43、44を接続し、これらの抵抗43、44の接続点をコンパレータ45の負側入力ポートに接続する。また、抵抗46を両極間に接続した定電圧源47の負極にコンパレータ45の正側入力ポートを接続する。コンパレータ45は、正側入力ポートの電圧を基準電圧（この場合、0）として、この基準電圧が負側入力ポートの電圧を上回ったときに出力ポート48からハイレベルの信号を出力する。図5（b）に示すように、負側入力ポートの電圧は検出用コイル31で発生する交流が全波整流されたものになるので、負側入力ポートの電圧が0から少し上がった時点でコンパレータ45からハイレベルの信号が出力されることになる。この出力時に電磁コイル22に電力を供給すれば良い。そして、検出用コイル31の発生する電圧が減少しているときにも増加しているときにも、この電圧が0点と交差する時点でコンパレータ45からハイレベルの信号が出力されるが、往復部材18の駆動方向は、図4（a）の回路によって検出された電圧変化

の方向に基づいて決めれば良い。

【0020】また、図6は、検出用コイル31の発生する電圧が0になる時点を検出する回路の他の例を示している。この例では、ダイオードブリッジ42の正側出力端を、A/D変換器51を介してマイクロコンピュータ52に入力するようにしている。なお、53はダイオードブリッジ42の両出力端間に接続された抵抗である。そして、マイクロコンピュータ52は、ダイオードブリッジ42からの入力電圧を時間微分し、即ち時間 ΔT における電圧変化が ΔV であるとする $\Delta V/\Delta T$ の値を求め、 $\Delta V/\Delta T$ が負値から正値に転じた時点で電磁コイル22への電力供給を開始する。 $\Delta V/\Delta T$ が負値から正値に転じる時点は、検出用コイル31の発生する電圧が0になる時点である。

【0021】このように構成される本実施形態では、電磁コイル22に交流電流を流すと、交番磁界によって永久磁石19を軸方向Xに動かす力が加わる。この力によって、往復部材18が軸方向Xに往復運動する。その際、往復部材18の運動方向が切り替わる時点、又は運動方向が切り替わる時点から僅かな位相差を隔てた時点で、電磁コイル22に往復運動を助長する磁界を発生させる電流を加える時点が一致されることで、往復部材18の固有周波数と交番電流の周波数が一致される。また、特に始動時には、最初の通電によって往復部材18が往復運動し、更に往復部材18が往復運動の両端位置に達する時点が検出され、これらの検出された時点に基づいて、その後電磁コイル22が通電制御されるようになる。

【0022】そして、ピストン17を含む往復部材18が内部シリンダ7内でディスプレイサ8の方へ移動すると、ピストン17とディスプレイサ8との間に形成された圧縮室C内の気体は圧縮されて連通孔11、放熱フィン13、再生器10、吸熱フィン12、隙間9を通過して内部シリンダ7の先端と先端部6の間の膨張室Eに至ると共に、ディスプレイサ8を押し下げる。一方、ピストン17がディスプレイサ8と反対方向へ移動すると、圧縮室Cの内部が負圧となり、気体は膨張室Eから隙間9、吸熱フィン12、再生器10、放熱フィン13、連通孔11を通過して内部シリンダ7内の圧縮室Cに還流し、これにより、ディスプレイサ8を押し上げる。このような工程において二つの等温変化と等体積変化とからなる可逆サイクルが行われて、内部シリンダ7の先端外周に取り付けた吸熱フィン12は低温となり、一方、圧縮室Cの外周に設けた放熱フィン13は高温となる。このようなスターリングサイクル機関を冷蔵庫として使用する場合には、シリンダ部2の先端6、即ち吸熱フィン12側を庫内側に取り付け、シリンダ部2の基部4、即ち放熱フィン13側を庫外に露出させて熱交換するようにすれば良い。

【0023】そして、前述のように往復部材18の固有周波数と交番電流の周波数が一致されることにより、往復部材18を共振状態として効率よく往復運動させることが

できる。また、加工精度を高める必要がないため、安価に構成することができる。

【0024】つぎに、本発明の第2の実施形態について図7及び図8を参照しながら説明する。なお、前記第1の実施形態と対応する部分には同一符号を付して、その説明を省略する。本第2の実施形態は、往復部材18の運動方向が切り替わる瞬間を検出するために、前記第1の実施形態における検出用コイル31に代えて、ホール素子などの磁気感知素子61を用いたものである。この磁気感知素子61は、図7に示すように永久磁石19に近接して第2の積層コア23などに配設されており、制御回路32に接続されている。

【0025】図8に示すように、電気的には定電圧源62の両極間に前記磁気感知素子61及び抵抗63が直列に接続されており、これらの磁気感知素子61と抵抗63との接続点の電圧がマイクロコンピュータ64に入力されるようになっている。往復部材18と共に永久磁石19が往復運動するとき、この永久磁石19と磁気感知素子61との間の距離が周期的に変化することにより、磁気感知素子61の抵抗値も周期的に変化する。そのため、磁気感知素子61と抵抗63との接続点の電圧は、図4(b)に示したのと同様に交流波形になる。したがって、前記第1の実施形態で説明したのと同様にして、往復運動する往復部材18の運動方向が切り替わる時点で、又は僅かな位相遅れをもって、往復運動を助長する磁界を発生させるように前記電磁コイル23を通電制御することが可能である。

【0026】なお、本発明は、前記実施形態に限定されるものではなく、種々の変形実施が可能である。例えば、往復部材の位置を検出する手段としては、自励発振回路を利用することなども可能である。

【0027】

【発明の効果】本発明の電磁往復駆動機構は、永久磁石を保持する保持体を有した往復部材と、前記永久磁石に近接して設けられる積層コアと、この積層コアを励磁する電磁コイルと、前記保持体に連結される弾性部材とで構成される電磁往復駆動機構において、往復運動する往復部材の運動方向が切り替わる時点で、又は僅かな位相遅れをもって、往復運動を助長する磁界を発生させるように前記電磁コイルを通電制御する制御回路を設けたものであり、往復部材の運動方向が切り替わる時点、又は運動方向が切り替わる時点から僅かな位相差を隔てた時点で、電磁コイルに往復運動を助長する磁界を発生させる電流を加える時点を一40致させて、往復部材の固有周波数と交番電流の周波数を完全に一致させることで、往復部材を共振状態として効率よく往復運動させることができる。また、加工精度を高める必要がないため、安価に構成することができる。

【0028】また、本発明の電磁往復駆動機構は、請求項1において、始動時にあって前記制御回路が、往復部材の位置に関係なく電磁コイルに通電し、前記弾性部材

に抗して前記往復部材を往復駆動するものであり、最初の通電によって往復部材が往復運動し、更に往復部材が往復運動の両端位置に達する時点が検出され、これらの検出された時点に基づいて、制御回路が電磁コイルを通電制御するので、通電制御を容易に行うことができる。

【0029】また、本発明の電磁往復駆動機構は、請求項1又は2において、前記永久磁石に近接して検出用コイルを設け、この検出用コイルを前記制御回路に接続したものであり、検出用コイルに誘起される電圧を利用して前記往復部材の運動方向が切り替わる時点を検出し、この時点において前記電磁コイルに電流を加えることで、往復部材の固有振動数に交番電流の周波数を容易に合わせることができる。

【0030】更に、本発明の電磁往復駆動機構は、請求項1又は2において、前記永久磁石に近接してホール素子等の磁気感知素子を設け、この磁気感知素子を前記制御回路に接続したものであり、磁気感知素子からの信号を利用して前記往復部材の運動方向が切り替わる瞬間を検出し、この時点において前記電磁コイルに電流を加えることで、往復部材の固有振動数に交番電流の周波数を容易に合わせることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態を示す断面図である。

【図2】同上、要部の簡略説明図である。

【図3】同上、往復部材の位置と検出用コイルの電圧と*

* 電磁コイルへの通電との関係を示すグラフである。

【図4】同上、(a)は検出用コイルの発生する電圧が減少しているのかあるいは増大しているのかを検出する回路の一例を示す回路図、(b)は電圧波形を示すグラフである。

【図5】同上、(a)は検出用コイルの発生する電圧が0になる時点を検出する回路の一例を示す回路図、(b)は電圧波形を示すグラフである。

【図6】同上、検出用コイルの発生する電圧が0になる時点を検出する回路の他の例を示す回路図である。

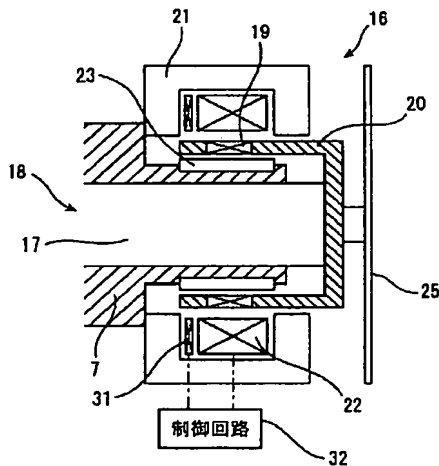
【図7】本発明の第2の実施形態を示す要部の簡略説明図である。

【図8】同上、回路図である。

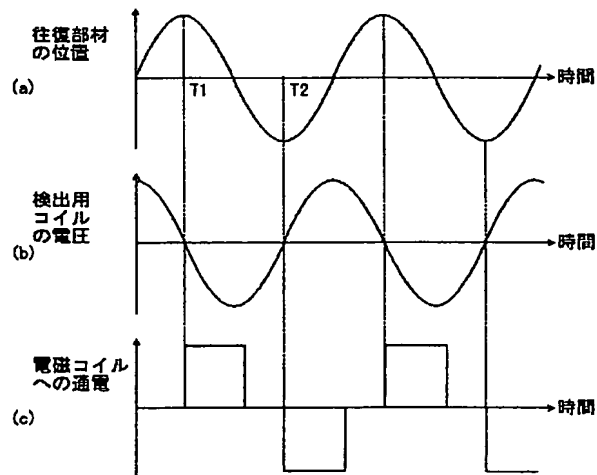
【符号の説明】

- 18 往復部材
- 19 永久磁石
- 20 スパイダー（保持体）
- 21 第1の積層コア（積層コア）
- 22 電磁コイル
- 23 第2の積層コア
- 25 第1の板ばね（弾性部材）
- 31 検出用コイル
- 32 制御回路
- 61 磁気感知素子

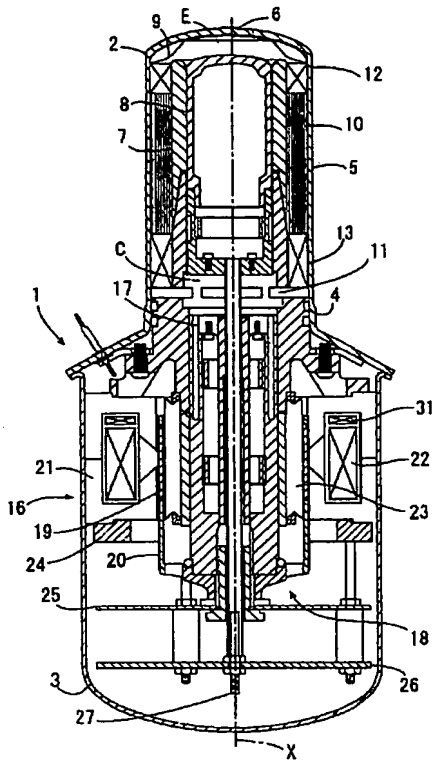
【図2】



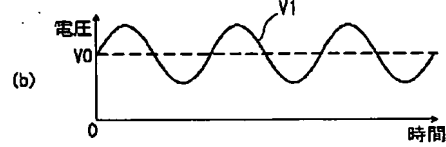
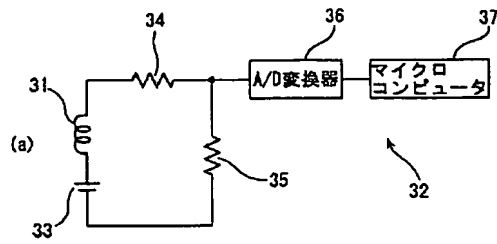
【図3】



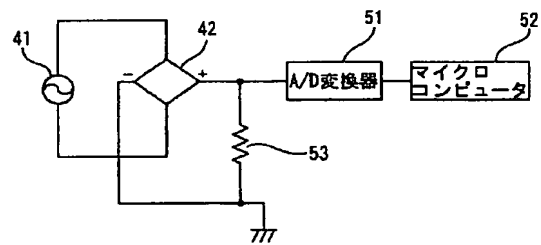
【図 1】



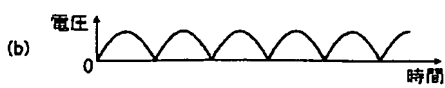
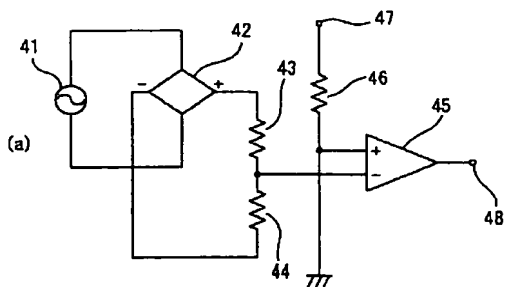
【図 4】



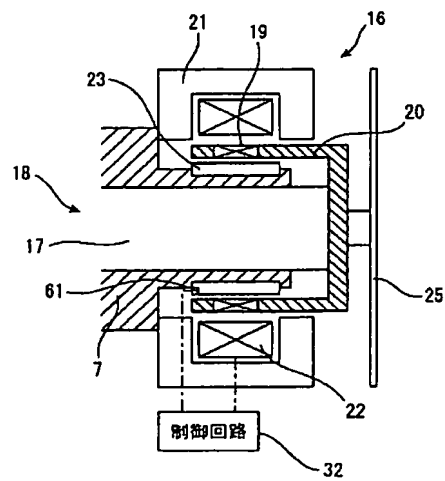
【図 6】



【図 5】



【図 7】



【図8】

